

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СМАЗКИ СТАНОВ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ И ИХ ОЦЕНКА

TECHNOLOGIC LUBRICANTS OF COLD ROLLING SHEET MILLS AND THEIR EVALIATION

¹О.Н.Кривцова, ²Д.В. Самсонов, ¹А.С.Арбуз, ¹Н.Ю.Кузьмина

¹ – г.Темиртау, РГП «Карагандинский государственный индустриальный университет», krivcova60@mail.ru, ² – АО «АрселорМиттал Темиртау»

Abstract

Method for the assessment of technologic lubricants for cold rolled sheets with the criterion of efficiency is described.

The evaluation of lubricants, currently used or tested once on the cold rolling mill 1700 in JSC "AMT" is described. Revealed that more effective lubricants than the reference – Kvakero 671 is not observed.

The less effective lubricants are: Efirol-VP 5%, AKTO – 5%, Emulsol – 5%. The effect of various lubricants on technological parameters on the rolling mill 1700 of JSC "AMT" is considered.

Специфика применения технологических смазок на современных полосовых станах холодной прокатки характеризуется высокими скоростями прокатки и производительностью, большими расходами смазочно-охлаждающих жидкостей и мощностями систем для их подачи. При холодной прокатке листов и полос наиболее часто применяемыми смазками являются: Квакерол 671, Минеральное масло И-20, Эмульсол Т-5%, MobiRolling- 5%, GreenEngine- 5%, Эфирол 7/15-5%, Эфирол Вп-5%, АКТО-5% [1].

Перед исследователями, технологами, а также разработчиками СОЖ для холодной прокатки листов стоит задача комплексной сравнительной оценки применяющихся и вновь разрабатываемых технологических смазок.

Так, авторы работы [2] установили критерии, по которым следует оценивать технологические смазки. К основным оценочным показателям они отнесли: смазочную способность (способность смазки снижать силу трения, усилие прокатки и т.д.); охлаждающую способность (способность СОЖ отводить тепло от валков и полосы); обеспечение требуемого качества поверхности полосы (микро геометрия, загрязненность остатками смазки и продуктами износа).

Способность технологической смазки обеспечивать требуемое качество поверхности холоднокатаных полос определяется такими показателями, как количество остатков смазки и продуктов износа на поверхности полос после прокатки, склонностью к сажеобразованию при последующей термической обработке. Качество готовых изделий значительно снижается при наличии на поверхности таких дефектов как пятна, пригары эмульсии, сажистый налет.

В соответствии с принципами квалиметрии сравнительную оценку технологических смазок

производят с помощью критерия эффективности, имеющего вид [2]:

$$K_{эф} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(1 - \frac{x_{iэ} - x_i}{x_{iэ}}\right)^2 k_{вес}}{n}}, \quad (1)$$

где $K_{эф}$ – комплексный критерий технологической смазки; n – число параметров, по которым оценивается технологическая смазка; $x_{iэ}$ – параметр, по которому оценивается эталонная технологическая смазка; x_i – аналогичный параметр для исследуемой смазки; $k_{вес}$ – весовой коэффициент.

Здесь в качестве параметров, позволяющих оценивать сравнительную эффективность технологических смазок, используется показатель смазочной способности (т.е. способность смазки снижать напряжение трения), а также показатели, определяющие влияние технологической смазки на качество поверхности готовых листов.

Способность смазки снижать напряжение трения оценивается величиной базового напряжения трения $\tau_{баз}$. В качестве параметров, определяющих влияние смазки на качество поверхности готовых листов, используется показатель загрязненности поверхности полосы после прокатки остатками смазки и продуктами износа, а также склонность технологической смазки к сажеобразованию в процессе последующей смягчающей термической обработки. Загрязненность поверхности полос после прокатки определяется по количеству остатков смазки и продуктов износа на поверхности.

Используя выбранные параметры для сравнительной оценки технологических смазок, критерий эффективности выглядит [2]:

$$K_{эф} = \sqrt{\frac{\left(1 - \frac{\tau_{\delta}^{эм} - \tau_{\delta}^{ис}}{\tau_{\delta}^{эм}}\right)^2 k_{\tau} + \left(1 - \frac{C^{эм} - C^{ис}}{C^{эм}}\right)^2 k_C + \left(1 - \frac{M^{эм} - M^{ис}}{M^{эм}}\right)^2 k_M + \left(1 - \frac{\Gamma^{эм} - \Gamma^{ис}}{\Gamma^{эм}}\right)^2 k_{\Gamma}}{4}}, \quad 2)$$

где $\tau_{\delta}^{эм}$ и $\tau_{\delta}^{ис}$ - значения базового напряжения трения эталонной и исследуемой смазок, МПа;

$C^{эм}$ и $C^{ис}$ - показатели сажеобразования на поверхности полосы после прокатки и термообработки с эталонной и исследуемой смазками, мм;

$M^{эм}$ и $M^{ис}$ - количество остатков масла на поверхности полосы после прокатки с эталонной и исследуемой смазками, мг/м²;

$\Gamma^{эм}$ и $\Gamma^{ис}$ - количество загрязнений (продуктов износа) на поверхности полосы после прокатки с эталонной и исследуемой смазками, мг/м²;

$k_{\tau}, k_C, k_M, k_{\Gamma}$ - весовые коэффициенты для каждого из показателей качества технологических смазок.

Наиболее эффективной считается та смазка, для которой значение $K_{эф}$ наименьшее.

В задачи данной работе входит использование рассмотренного метода для оценки технологических смазок, используемых или когда-то апробированных на стане 1700 холодной прокатки листов АО «АрселорМиттал Темиртау». А также приводится анализ исследования влияния различных технологических смазок на технологические параметры при прокатке на этом стане.

Показатели качества применяемых сейчас или когда-то на стане технологических смазок приведены в таблице 1 [1-2,4].

В качестве исходных данных для расчета энергосиловых параметров использовали: толщину подката $h_0=2,4$ мм; ширину подката $b_0=840$ мм; толщину готовой полосы $h_f=0,5$ мм; марку стали 08Ю; исходный предел текучести стали $\sigma_{Тисх}=250$ МПа [3]; диаметр опорных валков $D_{ол}=1500$ мм; диаметр рабочих валков $D_p=600$ мм; эмпирический коэффициент для стали 08Ю $A=50$ [4]; коэффициент, учитывающий схему нагружения, $k_c=1,1$ [4]; температурно-скоростной коэффициент $k_{и}=1,1$ [4]; поправочный коэффициент $c=1,375$ [4]; коэффициент для стальных валков $m=1,12 \times 10^{-5}$ 1/МПа [4]; коэффициент, учитывающий природу смазки, $k_{см}=1$ [4]; высоту неровностей на валке: для клеток №1÷4 - $R_z=1$ мкм; для клетки №5 - $R_z=2,5$ мкм. Кинематическую вязкость смазки ν_{50} : Квакуерол 671 - 50 мм²/с [4]; Минеральное И-20 - 17 мм²/с [1]; Эмульсол Т-5% - 31 мм²/с [1]; Mobil Rolling-5% - 24 мм²/с [1]; Green Engineer-5% - 19 мм²/с [1]; Эфирол 7/15-5% - 22 мм²/с [1]; Эфирол Вп-5% - 40 мм²/с [1]; АКТО-5% - 32 мм²/с [1]. Скорость прокатки в последней клетки: $\nu_5=18$ м/с.

Таблица 1

Показатели качества технологических смазок [2]

Смазка	Показатели качества			
	τ_{δ} , МПа	C , мм	M , мг/м ²	Γ , мг/м ²
Квакуерол 671	30,24	18	210	47
Минеральное И-20	36,22	47	828	602
Эмульсол Т-5%	40,33	51	850	30
Mobil Rolling – 5%	34,20	20	660	60
Green Engineer – 5%	29,30	32	690	200
Эфирол 7/15 – 5%	37,45	32	375	190
Эфирол Вп – 5%	32,70	15	390	65
АКТО – 5%	34,93	14	524	75

В качестве эталонной смазки выбрали используемую в настоящее время на стане – Квакуерол 671. Критерий эффективности $K_{эф}$ для нее будет равен 1. Также приняли, что все параметры,

определяющие качество технологической смазки равнозначны, т.е. $k_{\tau} = k_C = k_M = k_{\Gamma} = 1$.

Результаты критерия эффективности для рассматриваемых смазок приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета критерия эффективности

Смазка	Критерий эффективности $K_{эф}$
Квакерол 671	1
Минеральное И-20	6,85
Эмульсол Т-5%	1,71
Mobil Rolling – 5%	1,87
Green Engineer – 5%	2,87
Эфирол 7/15 – 5%	2,46
Эфирол Вп – 5%	1,34
АКТО – 5%	1,64

Также в качестве технологической оценки качества смазок, используемых при холодной прокатке листов, определили влияние, оказываемое ими на усилие и мощность прокатки. Расчет выполнили по методике [5].

Для удобства отображения полученных результатов при прокатке полосы 0,5×820 мм из стали марки 08Ю представили их в виде гистограммы (рис.1) и двух графиков (рис.2 и 3).

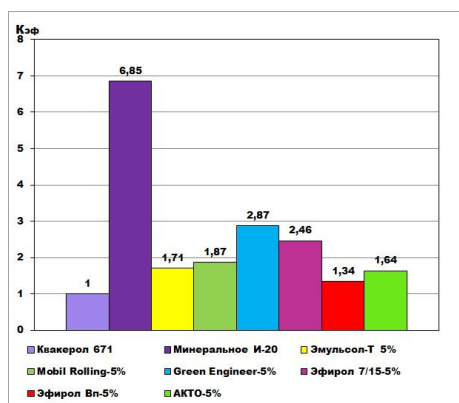


Рис. 1. Значения комплексного критерия эффективности технологических смазок

Учитывая, что Квакерол-671 по сравнению с другими технологическими смазками, по условию методики будет являться наилучшей – эталонной смазкой, получили следующее (табл. 2).

У более эффективных смазок, чем эталонная, значение $K_{эф}$ должно быть меньше 1 – таковых в расчете не наблюдается, у менее эффективных – больше 1. К таким можно отнести смазки Эфирол Вп-5%, АКТО – 5% и Эмульсол-Т 5%. Критерии эффективности у них соответственно - 1,34; 1,64 и 1,71. Это объясняется тем, что у рассматриваемых смазок имеются достаточно низкие значения базового напряжения трения, что способствует хорошей смазочной способности.

К наихудшей смазке можно отнести, в соответствии с расчетами, смазку Минеральную И-20, ее комплексный критерий эффективности больше эталонной смазки Квакерол 671 в 6,85 раз.

При расчете энергосиловых параметров прокатки было выявлено, что при применении смазки Квакерол 671, значения усилий и мощностей прокатки имеют минимальные значения во всех про-

ходах. Что объясняется более высокой вязкостью данной смазки (55 мм²/с) по сравнению с другими смазками, и, следовательно, наименьшим коэффициентом трения (от 0,26 до 0,28 у Квакерол 671, и от 0,27 до 0,32 у остальных смазок) (рис. 2, 3).

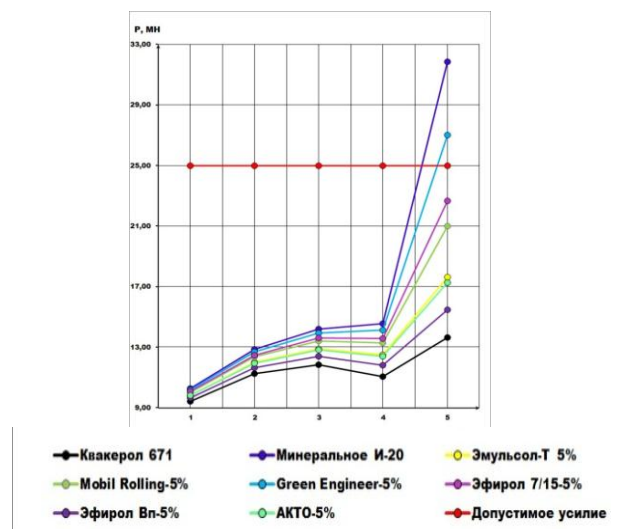


Рис. 2. График распределения усилий по проходам при использовании различных технологических смазок

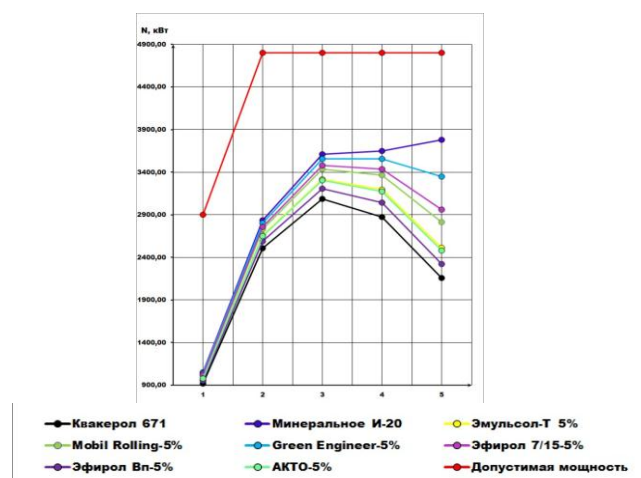


Рисунок 3. График распределения мощностей по проходам при использовании различных технологических смазок

Также было выявлено, что прокатка с использованием смазок Минеральное И-20 и Green Engineer-5% при выбранных обжатиях невозможна, т.к. усилия в последнем проходе превышают максимально допустимое усилие на 6,86 и 2,02 кН соответственно, или на 27,44 и 8,08%, а допустимое превышение усилия составляет порядка 4-6%.

Наиболее близкой по свойствам и качеству к смазке Квакерол 671 является технологическая смазка Эфирол Вп-5%. Это доказывают и сходные результаты расчета по усилиям и мощностям прокатки. Следовательно, технологическую смазку Эфирол Вп-5% вполне можно использовать в качестве заменителя смазки Квакерол 671.

ВЫВОДЫ

1. Описана методика оценки технологических смазок для холодной прокатки листов с помощью комплексного критерия эффективности.

2. Проведена оценка технологических смазок, используемых сейчас или апробированных когда-то на стане 1700 холодной прокатки полос в условиях АО «АрселорМиттал Темиртау».

3. Выявлено, что более эффективных смазок, чем эталонная – Квакерол 671, не наблюдается. К менее эффективным смазкам можно отнести следующие: Эфирол Вп-5%, АКТО – 5% и Эмульсол-Т 5%. Критерии эффективности этих смазок соответственно - 1,34; 1,64 и 1,71.

4. К наихудшей смазке можно отнести смазку Минеральную И-20, комплексный критерий эффективности которого, больше эталонной смазки Квакерол 671 в 6,85 раз.

5. Исследовано влияние различных технологических смазок на технологические параметры при прокатке на стане 1700 АО «АрселорМиттал Темиртау».

6. Наиболее близкой по свойствам и качеству к смазке Квакерол 671 является технологическая смазка Эфирол Вп-5%. Это доказывают сходные результаты расчета по усилиям и мощностям прокатки.

Список литературы

1. В.Н. Кокоркин, Ю.А.Титов «Применение смазочно-охлаждающих технологических жидкостей в производстве прокатки листового материала». Ульяновск, 2004. -57 с.

2. С.Г. Ионов, В.К.Белосевич. Оценка технологических смазок для холодной прокатки листов с помощью комплексного критерия эффективности. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия 9. 1998 год. Стр. 36-38.

3. Грудев А.П. Теория прокатки. Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. - 280 с.

4. Технологическая инструкция ТИ ПХ-03-2003. Климушкин А. Н. и др. - Темиртау: ОАО «Испат-Кармет», 2006. - 127 с.

5. Технология прокатного производства. Грудев А. П., Машкин Л. Ф., Ханин М. И. Учебник для вузов. - М.: Металлургия, 1994. - 656 с.